

4

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-202081

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月30日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 2 1 C 15/243

識別記号

5 1 0

GDC

F I

G 2 1 C 15/243

5 1 0 Z

GDC

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-7244

(22) 出願日 平成10年(1998) 1月19日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 高橋 志郎

茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72) 発明者 椎名 孝次

茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72) 発明者 武原 秀俊

茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号 株式

社日立製作所日立工場内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 原子炉インターナルポンプ電動機冷却システム

(57) 【要約】

【課題】 原子炉格納容器の下部ドライウエル空間の作業スペースを大幅に増加して定検等の作業効率を向上させ、定検等の作業日数を短縮化する。

【解決手段】 原子炉格納容器 1 の下部ドライウエル 8 に設置された 10 台のインターナルポンプ 2 と上部ドライウエル 9 に設置された 10 台に満たない台数の熱交換器 4 とを上部ドライウエル 9 に設置したポンプ 7 を介して一次冷却水が循環するように接続し、下部ドライウエル内の作業空間を広く確保する。

図 1

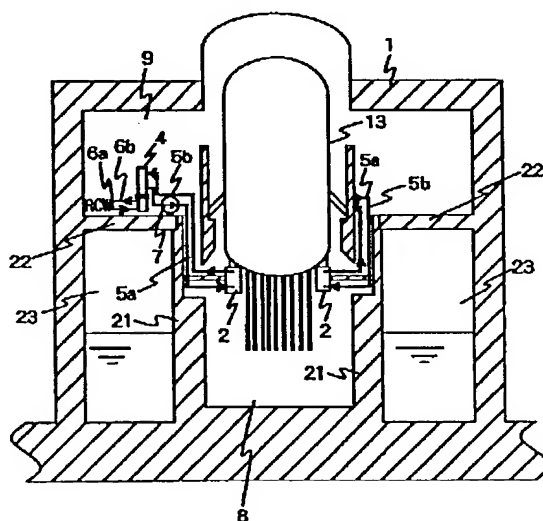


Fig. 6  
1 heat exchanger  
for each 2 RIPs  
installed in  
lower drywell

P24  
of English  
language  
translation

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ポンプ駆動用の電動機を格納しているインターナルポンプと熱交換器とを冷却水が往来できるように接続して前記熱交換器で冷却した前記冷却水で前記電動機を冷却する原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムにおいて、前記熱交換器一台につき前記インターナルポンプ複数台と、前記冷却水が往来できるように接続されていることを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システム。

【請求項2】ポンプ駆動用の電動機を格納している複数台のインターナルポンプと熱交換器とを冷却水が往来できるように接続して前記熱交換器で冷却した前記冷却水で前記電動機を冷却する原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムにおいて、前記熱交換器が原子炉格納容器内の上部ドライウエル内に配置されていることを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システム。

【請求項3】ポンプ駆動用の電動機を格納している複数台のインターナルポンプと熱交換器とを冷却水が往来できるように接続して前記熱交換器で冷却した前記冷却水で前記電動機を冷却する原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムにおいて、前記接続は前記熱交換器と前記インターナルポンプとの間で冷却水を循環させる前記インターナルポンプとは独立駆動のポンプを介して行って有ることを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システム。

【請求項4】請求項1において、前記熱交換器を原子炉格納容器内の上部ドライウエル内に配置してあることを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システム。

【請求項5】請求項1において、前記熱交換器を原子炉格納容器内の上部ドライウエル内に配置し、前記接続は前記熱交換器と前記インターナルポンプとの間で冷却水を循環させる前記インターナルポンプとは独立駆動のポンプを介して行って有ることを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システム。

【請求項6】請求項1において、前記熱交換器を原子炉格納容器内の上部ドライウエル内に配置し、前記接続は前記熱交換器と前記インターナルポンプとの間で冷却水を循環させる前記インターナルポンプとは独立駆動のポンプを介して行って有り、且つ、前記熱交換器とポンプの台数を前記インターナルポンプの電源系統数又は原子炉補機冷却系の系統数と同数としたことを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は原子炉設備に利用分野を有し、特にインターナルポンプと称せられる原子炉内蔵型再循環ポンプ（以下、RIPと略す。）を駆動するRIP電動機を冷却するRIP電動機冷却システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来のRIP電動機冷却システムを図4、図7及び図8を用いて以下に説明する。

【0003】図4は従来のRIP電動機冷却システムの概略図で、図7は従来のRIP電動機冷却システムを設置した原子炉格納容器1内の概略図で、図8は従来のRIP冷却システムを設置した原子炉格納容器下部ドライウエル空間の平面の概略図である。

【0004】図7に示すように、RIP電動機冷却システムはRIP2とRIP内の電動機を冷却する同数の熱交換器4とRIP2と熱交換器4を接続する一次冷却水配管5a、5bと配管内を流れる1次冷却水を熱交換器4内で冷却する2次冷却水が流れる二次冷却水配管6a、6bにより構成されている。

【0005】従来のシステムでは、図8に示すように10台のRIP2と10台の熱交換器4が採用され、一台のRIP2に一台の熱交換器4が一次冷却水配管5a、5bで一次冷却水が循環するように接続され、熱交換器4には二次冷却水配管6a、6bで二次冷却水が給排水されており、熱交換器4内で二次冷却水と一次冷却水とが熱交換されている。

【0006】そして、これら全ての機器は比較的狭い下部ドライウエル8空間に密集して配置している。

【0007】そのうえ、RIP2と熱交換器4は近接して設置されているため、熱及び内圧による原子炉压力容器13の変形により、RIP2は変位し、1次冷却水配管5に応力を生ずる。

【0008】従来技術ではこの応力を緩和するため、図8に示すようにRIP2と熱交換器4を結合する1次冷却水配管5a、5bに多数の曲がり部を設置し、配管を長く引き回している。

【0009】また、図4に示すように、従来はRIP2内に内蔵した補助インペラ10により、RIP2の稼働と同期して1次冷却水を1次冷却水配管5a、5bに通してRIP2と熱交換器4との間で強制循環させており、RIP2停止時には補助インペラ10も停止するので、強制循環が積極的には成されない。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来技術では、狭い下部ドライウエル8空間に10台のRIPと同数の熱交換器4及びRIP2と熱交換器4を接続する各配管5a、5b、6a、6bが密接して設置されており、下部ドライウエル8空間の点検及び取り扱い作業スペースは狭隘化している。

【0011】そのため、下部ドライウエル8内の作業空間の増大により、作業効率を向上し、検査日数を短縮化することが望まれる。

【0012】また、従来のRIP2では、RIP内蔵の補助インペラ10により一次冷却水を循環しているため、RIP電源停止とともに補助インペラ10は停止

し、一次冷却水の循環が停止する。

【0013】その結果、RIP電動機の冷却性能が低下し、RIP2内の2次シール部やモータ巻き線部において熱的損傷を引き起こす可能性があり、RIP停止時の冷却性能確保が課題となる。

【0014】RIP2の停止時における炉内の急激な流量の低下は原子炉圧力容器内の機器にダメージを与えるため、RIP電源停止後の数秒間において、RIP2のシャフトの慣性力によりRIP2のインペラ12は回転し続ける必要がある。

【0015】しかし、補助インペラ10はRIP2のシャフトの抵抗となり、RIP2のシャフトの慣性を低下させるため、RIP電源停止時にはRIP2の補助インペラ10の停止を早めると考える。

【0016】また、RIP2に内蔵の補助インペラ10の存在はRIP2を重厚、大型化し、耐震性能を低下させていると考えられ、RIP2の軽量、コンパクト化が望まれる。

【0017】従って、本発明の第1目的は、原子炉格納容器内の下部ドライウエル内の作業空間の拡大をめざす事にあり、第2目的は、RIP電源停止時のRIP電動機の冷却性能の低下及び慣性駆動力の低下を極力抑制することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の第1目的を達成する第1手段は、ポンプ駆動用の電動機を格納している複数台のインターナルポンプと熱交換器とを冷却水が往来できるように接続して前記熱交換器で冷却した前記冷却水で前記電動機を冷却する原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムにおいて、前記熱交換器一台につき前記インターナルポンプ複数台と、前記冷却水が往来できるように接続されていることを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムであり、下部ドライウエル内の作業空間が拡大し、インターナルポンプ等の点検等の作業が効率よく行える効果が得られる。

【0019】同じく第2手段は、ポンプ駆動用の電動機を格納している複数台のインターナルポンプと熱交換器とを冷却水が往来できるように接続して前記熱交換器で冷却した前記冷却水で前記電動機を冷却する原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムにおいて、前記熱交換器が原子炉格納容器内の上部ドライウエル内に配置されていることを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムであり、上部ドライウエル内で下部ドライウエル内のインターナルポンプからの熱を熱交換器が取り去ることでインターナルポンプ内のRIP電動機を冷却するから、下部ドライウエル空間内に熱交換器を設置する必要がなくなり、その分下部ドライウエル内の作業空間が拡大し、さらには、インターナルポンプと熱交換器が従来以上に離隔しているため、インターナルポンプの変位により発生する応力は小さく、インターナル

ポンプと熱交換器との間を接続する手段が直線的に最短距離で配置することが可能となり、下部ドライウエル空間の作業スペースは更に大幅に増加し、インターナルポンプ等の点検等の作業が一層効率よく行える効果が得られる。

【0020】本発明の第2目的を達成するための第3手段は、ポンプ駆動用の電動機を格納している複数台のインターナルポンプと熱交換器とを冷却水が往来できるように接続して前記熱交換器で冷却した前記冷却水で前記電動機を冷却する原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムにおいて、前記接続は前記熱交換器と前記インターナルポンプとの間で冷却水を循環させる前記インターナルポンプとは独立駆動のポンプを介して行っていることを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムであり、インターナルポンプが何らかの理由で駆動電力を失ったときでも、ポンプが冷却水を熱交換器とインターナルポンプとの間で循環して、冷却能力の低下が抑制され、且つRIP電動機の回転軸と連動して冷却水を駆動する補助インペラの採用を必要としないから、インターナルポンプの慣性駆動力が補助インペラの冷却水中での抵抗で損失を受ける事が無く、インターナルポンプの慣性駆動力の低下が起こりにくい上、補助インペラの採用を必要としないから、インターナルポンプ全体が軽量コンパクトになる効果が得られる。

【0021】本発明の第1目的を達成するための第4手段は、第1手段において、前記熱交換器を原子炉格納容器内の上部ドライウエル内に配置してあることを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムであり、第1手段又は第2手段による作用効果に加えて、熱交換器が下部ドライウエル内に存在しなくて済むので、下部ドライウエル内の作業空間が一層拡大でき、さらには、インターナルポンプと熱交換器が従来以上に離隔しているため、インターナルポンプの変位により発生する応力は小さく、インターナルポンプと熱交換器との間を接続する手段が直線的に最短距離で配置することが可能となり、下部ドライウエル空間の作業スペースは更に大幅に増加し、作業効率が向上するインターナルポンプ等の点検等の作業が効率よく行える効果が得られる。

【0022】本発明の第1目的及び第2目的を同時に達成するための第5手段は、第1手段において、前記熱交換器を原子炉格納容器内の上部ドライウエル内に配置し、前記接続は前記熱交換器と前記インターナルポンプとの間で冷却水を循環させる前記インターナルポンプとは独立駆動のポンプを介して行っていることを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムであり、熱交換器がインターナルポンプの台数よりも少ない台数で且つ下部ドライウエル外に存在するから下部ドライウエル内の作業空間が第4手段と同様に拡大できて作業効率が向上でき、且つポンプによってインターナルポンプの動きとは関係なく、また冷却水を熱交換器とイン

ターナルポンプとの間でインターナルポンプ内に補助インペラを採用することなく、循環させることができるので、インターナルポンプが駆動電源を喪失した際の慣性駆動力や冷却性能の低下が起きにくく、インターナルポンプも補助インペラを採用しない分、耐振性に有利な軽量コンパクトな仕様になる。本発明の第1目的と第2目的とを同時に達成するための第6手段は、第1手段において、前記熱交換器を原子炉格納容器内の上部ドライウエル内に配置し、前記接続は前記熱交換器と前記インターナルポンプとの間で冷却水を循環させる前記インターナルポンプとは独立駆動のポンプを介在して行っており、且つ、前記熱交換器とポンプの台数を前記インターナルポンプの電源系統数又は原子炉補機冷却系の系統数と同数としたことを特徴とした原子炉インターナルポンプ電動機冷却システムであり、第5手段と同様に下部ドライウエル内の作業空間を拡大でき、その上、インターナルポンプの慣性駆動力や冷却性能の低下が起きにくく、インターナルポンプも補助インペラを採用しない分、耐振性に有利な軽量コンパクトな仕様になり、さらには、電源系統毎のインターナルポンプの運転に合わせて熱交換器の選択的使用が容易に行え、又は原子炉補機冷却系統の系統数に合わせて合理的なRIP電動機の冷却システムが構成できる。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施例を各図に基づいて以下に説明する。

【0024】第1実施例を図1、図2、図3に基づいて説明する。

【0025】図1は本発明のRIP電動機冷却システムを設置した原子炉格納容器1の概略図である。

【0026】原子炉格納容器1内には中央に原子炉压力容器13を搭載したベDESTAL21が装備され、その原子炉压力容器13の下方に位置するベDESTAL21内の空間が下部ドライウエル8と称せられる箇所であり、ダイヤフラムフロア22とベDESTAL21と原子炉格納容器1の側壁で囲われた部位が圧力抑制室23であり、原子炉格納容器1内のその余の空間、大略ダイヤフラムフロア22より上方の空間が上部ドライウエル9と称せられる空間である。

【0027】このように、原子炉格納容器1内は下部ドライウエル8と上部ドライウエル9とに分けられ、その原子炉格納容器1内の中央部に原子炉压力容器13が配備される。

【0028】その原子炉压力容器13の底部には10台のRIP2が等角度間隔にて図3のように円周方向に分散して装備され、原子炉压力容器13内の冷却水を原子炉压力容器13内で炉心を通過させて循環させる役割を果たしている。

【0029】図1、図2のように、RIP電動機冷却システムは原子炉压力容器13の下部で周方向に配置した

10台のRIP2を備える。

【0030】それら10台の各RIP2には1台の熱交換器4が一次冷却水配管5a、5bを通じて接続されている。

【0031】その接続の具体的な一例が図2に示されており、それによると、一次冷却水配管5aは一端が熱交換器4の胴側に接続され、他端がヘッダー管25aに接続された母管24aと、そのヘッダー管25aから分かれてRIP2に接続された枝管28aで構成されて、各枝管28aにバルブ16aが、母管24aにはポンプ7とバルブ26aが装備されている。もう一方の一次冷却水配管5bは一端が熱交換器4の胴側に接続され、他端がヘッダー管25bに接続された母管24bと、そのヘッダー管25bから分かれてRIP2に接続された枝管28bで構成されて、各枝管28bにバルブ16bが、母管24bにはバルブ26bが装備されている。

【0032】このような配管経路を有するから、熱交換器4内で従来通り二次冷却水と熱交換して冷却された一次冷却水はポンプ7で母管24aからヘッダー管25aに送り出され、各枝管28aに分配されてRIP2内に供給され、RIP2内の電動機等の機器を冷却して枝管28bに出され、各枝管28bからの流れがヘッダー管25bに合流して母管24bを通じて熱交換器4の胴側に戻し入れられ、再度二次冷却水と熱交換して冷却されてポンプ7で熱交換器とRIP2間で循環させられる。

【0033】原子炉補機冷却系（以下、単にRCWという。）を二次冷却水配管6a、6bに接続してRCWから冷却済みの二次冷却水を二次冷却水配管6a、6bに受け入れさせる。

【0034】二次冷却水は二次冷却水配管6aから熱交換器4の伝熱管内に通されて二次冷却水配管6bに排出されて行くが、その途中で熱交換器4内で伝熱管外面と接触して流れる一次冷却水と熱交換を行い、その結果、冷却された一次冷却水はポンプ7により熱交換器4内から一次冷却水配管5aに出され、RIP2内に供給され、RIP2内の電動機等を冷却して高温となった一次冷却水は一次冷却水配管5bに送り出されて再度熱交換器4に入り冷却され、その一方、二次冷却水は熱交換器4で一次冷却水から熱を受け取ると高温となって二次冷却水配管6bを通してRCWへ戻される。

【0035】ポンプ7はRIP2とは独立して駆動できる構成として独立の電源と制御手段とを備えている。

【0036】ここで、熱交換器4及びポンプ7は下部ドライウエル8の作業スペースを確保するため、上部ドライウエル9内に設置される。

【0037】本実施例では、図2に示すように10台のRIP2に対し、10台のRIP電動機を冷却する能力を有する一台の熱交換器4が設置され、熱交換器4内において一次冷却水が二次冷却水により冷却される。

【0038】一次冷却水はポンプ7により熱交換器4と

10台のRIP2との間で強制循環される。

【0039】その循環経路を構成する一次冷却水配管5a, 5bは、図1のように、一部がベDESTAL21内に通されて配管施工されている。

【0040】図3に本実施例のRIP冷却システムを設置した原子炉格納容器下部ドライウエル8空間の平面の概略図を示す。

【0041】RIP2は下部ドライウエル8内に、熱交換器4は上部ドライウエル9内にそれぞれ離隔して設置されているため、一次冷却水配管5a, 5bの配管長は従来以上に長くなって、その分RIP2の変位により一次冷却水配管5a, 5bに生ずる応力は小さい。

【0042】その結果、配管を曲げることによって応力を逃す手だてを採用せずに済み、図3に示すように一次冷却水配管5a, 5bを曲がりのない直線的経路で施工して、曲げて施工するよりは最短距離で接続できる。

【0043】本実施例では、熱交換器4とRIP2との距離が従来以上に離れているから、一次冷却水配管5a, 5bの配管距離は長くなるが、圧力損失の大きい曲がり部を減数することにより、圧力損失の増加を抑制でき、更には、一次冷却水配管5a, 5bを直線的に設置することにより下部ドライウエル8内はより簡素化される。

【0044】また、各RIP2に送られる一次冷却水の流量分配を均一にするため、一次冷却水配管5の分岐部14や合流部15に容器等を設置し、各々の一次冷却水配管5の差圧を均一化することが望ましい。

【0045】また、バルブ16a, 16bによる流量調整で各RIP2に所望の一次冷却水量を循環させる流量調整を行うことも可能である。

【0046】そして、RIP2の保守点検時には保守点検の対象に該当するRIP2を停止し、その該当するRIP2に接続されている一次冷却水配管上のバルブ16a, 16bを閉め、他のRIP2を運転継続することができる。

【0047】また、あらかじめ緊急用もしくは予備の熱交換器17及びポンプ18を図2の点線のように配管で接続し、その配管に熱交換器4の保守点検時以外は閉じられているバルブ27a, 27bを設置しておく。

【0048】このようにしておくと、熱交換器4の保守点検時にはポンプ7を止め、一次冷却水配管上で熱交換器4に一番近いバルブ26を締めて該当する熱交換器4を停止させ、ポンプ18を起動してバルブ27a, 27bを開いて予備の熱交換器17と各RIP2とを一次冷却水が循環するようにでき、熱交換器17を用いてRIP電動機を冷却しながらRIP2の運転を継続することができる。

【0049】以上のように、下部ドライウエル8空間内の10台の熱交換器4を大型の1台に集約し、上部ドライウエル9内に設置するとともに、1次冷却水配管5

a, 5bを直線的に設置、簡素化すると、図1や図3に示すように下部ドライウエル8内の作業スペースが大幅に増加できる。

【0050】その結果、RIP2の保守点検等の作業効率が向上し、RIP2の検査日数を短縮化でき、RIP2の取り扱いを容易にすることができる。

【0051】また、熱交換器を減数することにより、上部ドライウエル9空間内のRIP電動機冷却システムの設置スペースを抑制することができる。

【0052】図4は従来のRIP電動機冷却システムの概略図であるが、図4に示すように、従来のRIP2では、補助インペラ10により1次冷却水を強制循環している。

【0053】その点、本実施例では、図1に示すように上部ドライウエル9に設置したポンプ7により一次冷却水を強制循環するため、補助インペラ10を取り外すことが可能となる。

【0054】その結果、RIP運転状態に影響されず、一次冷却水は上部ドライウエル9に配置したポンプ7により強制循環される。

【0055】また、補助インペラ10が不要となるため、RIP2の軸長(上下方向)を短くできる。これによっても、下部ドライウエル8内の作業スペースが増加できる。

【0056】そのため、RIP2停止後もRIP電動機3の冷却性能は、ポンプ7で一次冷却水が一次冷却水配管5a, 5bを通じて熱交換器4とRIP2との間で循環させられることで確保される。

【0057】補助インペラ10を取り外した結果、RIP内の電動機3を動力として回転していたRIP内該補助インペラ10の抵抗が削減され、RIP電動機3の負荷がわずかに低減され、RIP停止後におけるRIPのインペラ12及びシャフト11の慣性による回転持続時間が増加する。

【0058】そのうえ、補助インペラ10を削除した結果、RIP2本体重量の低減により耐震性能が向上するとともに、RIP2本体がコンパクト化、簡素化され、RIP2の検査性、製作性が向上する。

【0059】次に、本発明の他の実施例を図5を用いて説明する。

【0060】図5は本発明の他の実施例によるRIP電動機冷却システムの系統図である。本システムは下部ドライウエル8内に設置した10台のRIP2と上部ドライウエル9もしくは下部ドライウエル8に設置した1台の熱交換器4及び熱交換器4とRIP2との間で一次冷却水配管5a, 5bを利用して一次冷却水を循環する10台のポンプ30により構成される。

【0061】一次冷却水配管5a, 5bは、先の実施例と同じく、一次冷却水配管5aは一端が熱交換器4の胴側に接続され、他端がヘッダー管25aに接続された母

管24aと、そのヘッダー管25aから分かれてRIP2に接続された枝管28aで構成されて、各枝管28aにポンプ30が装備されている。もう一方の一次冷却水配管5bは一端が熱交換器4の胴側に接続され、他端がヘッダー管25bに接続された母管24bと、そのヘッダー管25bから分かれてRIP2に接続された枝管28bで構成されている。

【0062】このような配管経路を有するから、熱交換器4内で従来通り二次冷却水と熱交換して冷却された一次冷却水はポンプ30の力で母管24aからヘッダー管25aに出され、各枝管28aに分配されてRIP2内に供給され、RIP2内の電動機等の機器を冷却して枝管28bに出され、各枝管28bからの流れがヘッダー管25bに合流して母管24bを通じて熱交換器4の胴側に戻し入れられ、再度二次冷却水と熱交換して冷却されてポンプ30の力で熱交換器とRIP2間で循環させられる。

【0063】原子炉補機冷却系（以下、単にRCWという。）を二次冷却水配管6a、6bに接続してRCWから冷却済みの二次冷却水を二次冷却水配管6a、6bに受け入れさせる。

【0064】二次冷却水は二次冷却水配管6aから熱交換器4の伝熱管内に通されて二次冷却水配管6bに排出されて行くが、その途中で熱交換器4内で伝熱管外面と接触して流れる一次冷却水と熱交換を行い、その結果、冷却された一次冷却水はポンプ7により熱交換器4内から一次冷却水配管5aに出され、RIP2内に供給され、RIP2内の電動機等を冷却して高温となった一次冷却水は一次冷却水配管5bに送り出されて再度熱交換器4に入り冷却され、その一方、二次冷却水は熱交換器4で一次冷却水から熱を受け取ると高温となって二次冷却水配管6bを通してRCWへ戻される。

【0065】ポンプ30はRIP2とは独立して駆動できる構成として独立の電源と制御手段とを備えている。

【0066】ここで、熱交換器4及びポンプ30は下部ドライウエル8の作業スペースを確保するため、上部ドライウエル9内に設置されることが好ましい。

【0067】本実施例でも、図5に示すように10台のRIP2に対し、10台のRIP電動機を冷却する能力を有する一台の熱交換器4が設置され、熱交換器4内において一次冷却水が二次冷却水により冷却される。

【0068】一次冷却水はポンプ30により熱交換器4と10台のRIP2との間で強制循環される。

【0069】その循環経路を構成する一次冷却水配管5a、5bは、この実施例でも、図1のように、一部がベDESTAL21内に通されて配管施工されている。

【0070】この実施例では、ポンプ30を各々のRIP2に一对一に対応するように一次冷却水配管5a側の各枝管28a毎に設置することにより、各RIP2に送られる一次冷却水の流量分配をポンプ30の吐出流量を

調整することで均一にするものである。

【0071】本発明の更に他の実施例を図6を用いて説明する。

【0072】図6は下部ドライウエル8内の熱交換器を減数して設置した場合の、本発明のRIP冷却システムを設置した原子炉格納容器下部ドライウエル8空間の平面の概略図である。

【0073】図6のように2台のRIP2に一台の熱交換器4を一次冷却水配管5a、5bを用いて接続して設置すると、二台につき一台の割合で熱交換器4が取り除かれたスペースが保守点検の作業空間となる。

【0074】もちろん、10台のRIP2に対し熱交換器4及びポンプ7を2台、3台、4台、5台～9台と様々な組み合わせで配置することは可能であり、熱交換器4をRIP2の台数以下に減数することにより上部ドライウエル9及び下部ドライウエル8内の作業スペースを確保できる。

【0075】特に、熱交換器4及びポンプ7を2台、もしくはRIP2の台数の半分(5台)で構成すると非対称性が無くなり、一次冷却水の流用配分の分配が行いやすくなる。

【0076】また、RIPの電源は2系統～4系統に分かれて設置されるため、熱交換器及びポンプの設置台数を2台～4台にするとRIP運転に合わせた熱交換器の利用ができる。

【0077】2次冷却水配管に連結されるRCWは従来から2系統有り、熱交換器及びポンプを2系統にするとRCW本数に合わせた冷却システムを構成できる。

【0078】このように、本発明の各実施例によれば、従来例にくらべて熱交換器4の台数が減少して、その代わりに下部ドライウエル8内の作業スペースが増加して点検作業が効率よく行える。

【0079】また、その熱交換器4をRIP2から離れた上部ドライウエル9内に設置してあるから、熱交換器4が下部ドライウエル8から無くなった分下部ドライウエル8内の点検作業スペースが増加して点検作業の効率が上がると共に、熱交換器4とRIP2との間隔が広がってRIP2の変位による一次冷却水配管5a、5bへの応力の発生が緩和され、その応力を緩和するために一次冷却水配管5a、5bに曲げ部を多数箇所を採用する必要が無くなり一次冷却水配管5a、5bが直線的な配置となり、その配管を曲げて施工するよりも、施工に要する面積が少なく、下部ドライウエル8内の作業空間が増加する。

【0080】また、一次冷却水配管5a、5bが直線的な配置となると、一次冷却水の圧力損失も少なくなり、一次冷却水の駆動用のポンプ7、30の負担が少なくて済む。

【0081】各実施例では、一次冷却水の駆動をRIP2から独立しているポンプ7、30で行っているから、



RIP2が停止しても一次冷却水を駆動し続けてRIP2の駆動用の電動機等を冷却できて安全である。

【0082】また、RIP2に補助インペラを必要とせずに一次冷却水の駆動機能を持たせないから、その機能に費やすエネルギー分をRIP2の慣性駆動エネルギーに加えることができ、慣性力によるRIP2の原子炉圧力容器内の炉水の循環量や循環可能時間を増加でき、原子炉圧力容器内の機器の安全を確実に確保できる。

【0083】また、RIP2に補助インペラを必要としないから、RIP2が小型軽量となって、耐振性の向上や下部ドライウエル8内の作業空間の増加に貢献する。

【0084】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、インターナルポンプの台数より少ない台数の熱交換器でインターナルポンプの電動機を冷却できるので、熱交換器の台数が減少し、その分下部ドライウエル内の作業空間が拡大し、インターナルポンプ等の点検等の作業が効率よく行える効果が得られる。

【0085】請求項2の発明によれば、下部ドライウエル空間内に熱交換器を設置する必要がなくなり、その分下部ドライウエル内の作業空間が拡大し、さらには、インターナルポンプと熱交換器との間を従来よりも曲げ回数を減少させて一次冷却水の通水路を配置することが可能となり、下部ドライウエル空間の作業スペースは更に大幅に増加し、インターナルポンプ等の点検等の作業が一層効率よく行える効果が得られる。

【0086】請求項3の発明によれば、インターナルポンプが何らかの理由で駆動電力を失ったときでも、他のポンプが冷却水を熱交換器とインターナルポンプとの間で循環して、冷却能力の低下が抑制され、且つRIP電動機の回転軸と連動して冷却水を駆動する補助インペラの採用を必要としないから、インターナルポンプの慣性駆動力が補助インペラの冷却水中での抵抗で損失を受ける事が無く、インターナルポンプの慣性駆動力の低下が起りにくい上、補助インペラの採用を必要としないから、インターナルポンプ全体が軽量コンパクトになって耐震上有利であるという効果が得られる。

【0087】請求項4の発明によれば、請求項1の発明による効果に加えて、熱交換器が下部ドライウエル内に存在しなくて済む上、インターナルポンプと熱交換器が従来以上に離隔しているため、インターナルポンプの変位により発生する応力は小さく、インターナルポンプと熱交換器との間を接続する冷却水の通路の曲げを多用することを必要としなくなり、下部ドライウエル空間の作業スペースは更に大幅に増加し、インターナルポンプ等の点検等の作業が効率よく行える効果が得られる。

【0088】請求項5の発明によれば、請求項1の発明

による効果に加えて、熱交換器がインターナルポンプの台数よりも少ない台数で且つ下部ドライウエル外に存在するから下部ドライウエル内の作業空間が拡大できて作業効率を向上でき、且つポンプによってインターナルポンプの動きとは関係なく、また補助インペラを採用することなく、冷却水を熱交換器とインターナルポンプとの間で循環させることができるので、インターナルポンプが駆動電源を喪失した際の慣性駆動力や冷却性能の低下が起きにくく、インターナルポンプも補助インペラを採用しない分、耐振性に有利な軽量コンパクトな仕様になるという効果が得られる。

【0089】請求項6の発明によれば、請求項1の発明による効果に加えて、下部ドライウエル内の作業空間を拡大でき、その上、インターナルポンプの慣性駆動力や冷却性能の低下が起きにくく、インターナルポンプも補助インペラを採用しない分、耐振性に有利な軽量コンパクトな仕様になり、さらには、電源系統毎のインターナルポンプの運転に合わせて熱交換器の選択的使用が容易に行え、又は原子炉補機冷却システムの系統数に合わせて合理的なRIP電動機の冷却システムが構成できるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例によるRIP電動機冷却システムを設置した原子炉格納容器の概略縦断面図である。

【図2】図1のRIP電動機冷却システムの系統図である。

【図3】図1の下部ドライウエル内の一次冷却水配管の平面配置図である。

【図4】従来のRIP電動機冷却システムの縦断面図である。

【図5】本発明の他の実施例におけるRIP電動機冷却システムの系統図である。

【図6】本発明の更に他の実施例におけるRIP電動機冷却システムの下部ドライウエル内での平面配置図である。

【図7】従来のRIP電動機冷却システムを設置した原子炉格納容器の概略縦断面図である。

【図8】図7に示したRIP電動機冷却システムの下部ドライウエル内での平面配置図である。

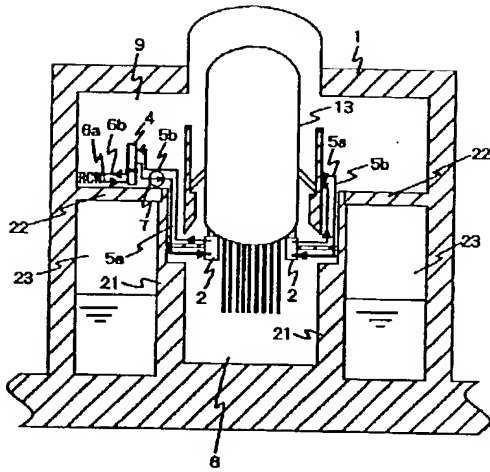
【符号の説明】

1…原子炉格納容器、2…RIP、3…電動機、4、17…熱交換器、5a、5b…一次冷却水配管、6a、6b…二次冷却水配管、7、30…ポンプ、8…下部ドライウエル、9…上部ドライウエル、10…補助インペラ、11…シャフト、12…インペラ、13…原子炉圧力容器、14…分岐部、15…合流部、16a、16b…バルブ。



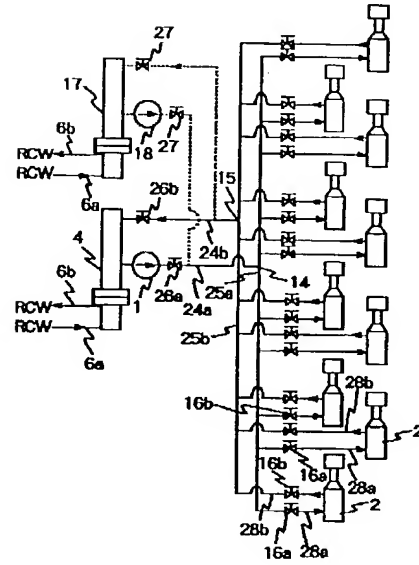
【図1】

図 1



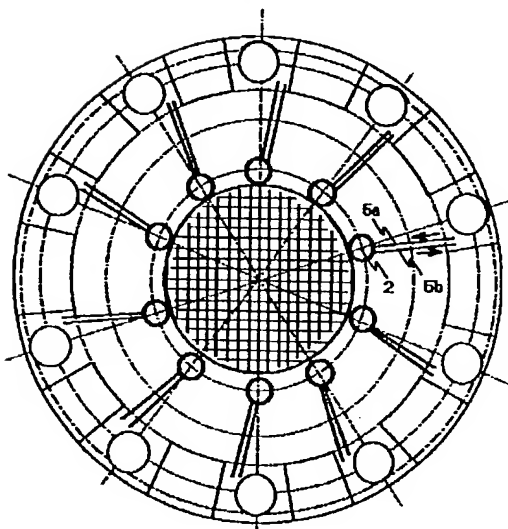
【図2】

図 2



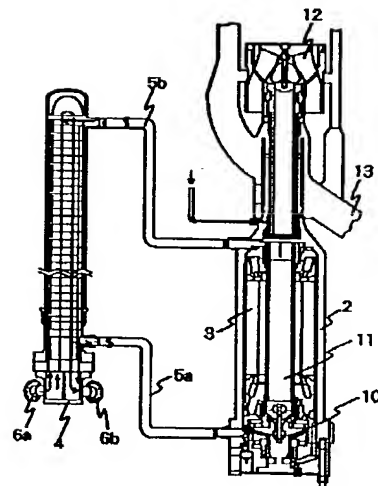
【図3】

図 3

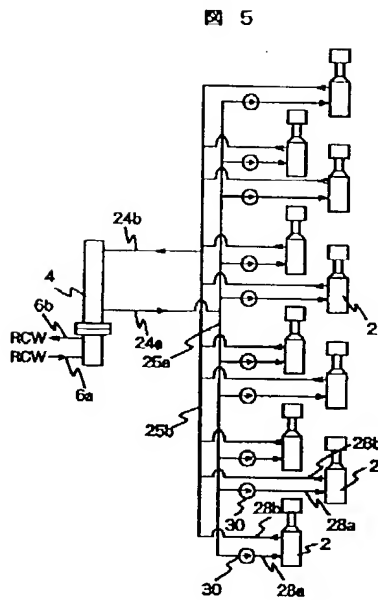


【図4】

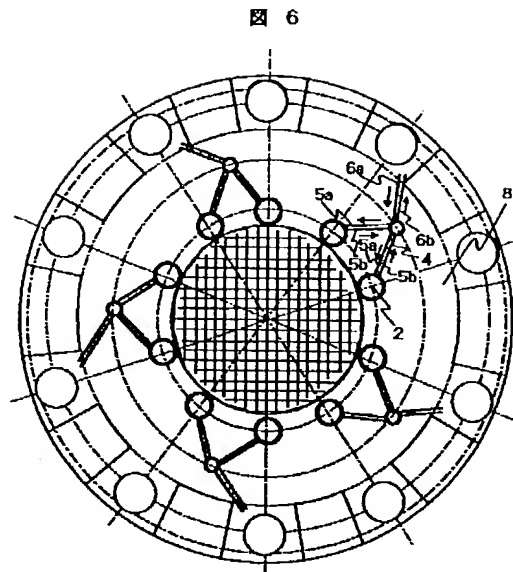
図 4



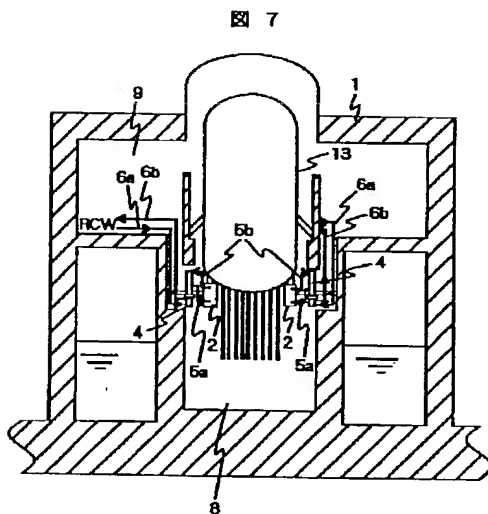
【図5】



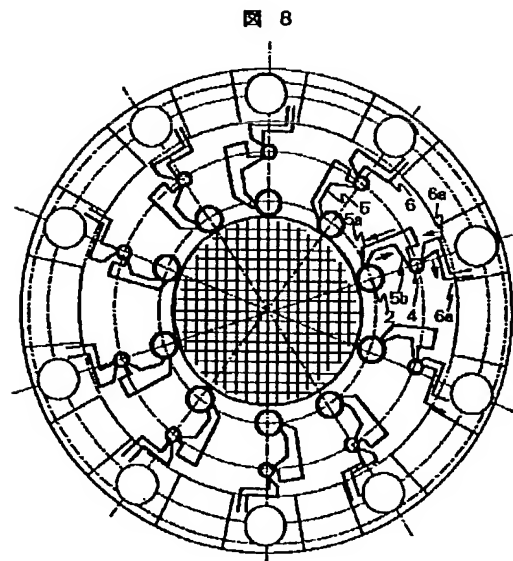
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 松村 清一

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

(72)発明者 梅森 広成

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会  
社日立製作所日立工場内

PTO 04-3500

Japan Kokai

Document No.11-202081

COOLING SYSTEM FOR INTERNAL PUMP MOTOR OF NUCLEAR REACTOR

(Genshiro Intanaru Ponpu Dendoki Reikyaku Shisutemu)

Shiro TAKAHASHI, Koji SHIINA, Hidetoshi TAKEHARA

Seiichi MATSUMURA and Hiroshige UMEMORI

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Washington, D.C.

June 2004

Translated by: Schreiber Translations, Inc.

Country : Japan

Document No. : 11-202081

Document Type : Kokai

Language : Japanese

Inventor(s) : Shiro TAKAHASHI  
Koji SHIINA  
Hidetoshi TAKEHARA  
Seiichi MATSUMURA  
Hiroshige UMEMORI

Applicant : Hitachi Co., Ltd.

IPC : G 21 C 15/243

Date of Filing : January 19, 1998

Publication Date : July 30, 1999

Foreign Language Title : Genshiro Intanaru Ponpu  
Dendoki Reikyaku Shisu-  
temu

English Title : COOLING SYSTEM FOR INTER-  
NAL PUMP MOTOR OF NUCLEAR  
REACTOR

## SPECIFICATION

## Title of the Invention

COOLING SYSTEM FOR INTERNAL PUMP MOTOR OF NUCLEAR REACTOR/2

[Claims]

[Claim 1] A cooling system for internal pump motors of nuclear reactor in which heat exchangers and internal pumps storing electric motors for pump driving are connected so that a cooling water cooled by said heat exchangers can come and go through them to cool said motors with said cooling water is characterized by connecting multiple said internal pumps to one said heat exchanger so that said cooling water can come and go.

[Claim 2] A cooling system for internal pump motors of nuclear reactor in which heat exchangers and multiple internal pumps storing electric motors are connected so that a cooling water cooled by said heat exchanger can come and go through them to cool said electric motor with said cooling water is characterized by arranging said heat exchanger in an upper dry well in a nuclear reactor containment.

[Claim 3] A cooling system for internal pump motors of nuclear reactor in which heat exchangers and multiple internal pumps

---

<sup>1</sup> Numbers in the margin indicate pagination in the foreign text.

storing electric motors are connected so that a cooling water cooled by said heat exchanger can come and go through them to cool said electric motor with said cooling water is characterized by carrying out said connection via a driving pump independent from said internal pumps for circulating the cooling water between said heat exchangers and said internal pumps.

[Claim 4] A cooling system for internal pump motors of nuclear reactor, which is characterized by arranging said heat exchanger in an upper dry well in the nuclear reactor containment in Claim 1.

[Claim 5] A cooling system for internal pump motors of nuclear reactor, which is characterized by arranging said heat exchangers in an upper dry well in the nuclear reactor containment and carrying out said connection via a driving pump independent from said internal pumps for circulating the cooling water between said heat exchangers and said internal pumps in Claim 1.

[Claim 6] A cooling system for internal pump motors of nuclear reactor, which is characterized by arranging said heat exchangers in an upper dry well in the nuclear reactor containment, carrying out said connection via a driving pump independent of said internal pumps for circulating the cooling water between said heat exchangers and said internal pumps, and

making the number of said heat exchangers and internal pumps to a number same as the number of power supply systems or the number of reactor accessory cooling systems in Claim 1.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention] The present invention has a field of application to nuclear reactor equipments, and particularly to a cooling system of built-in recirculation pumps of reactor (abbreviated as RIP hereafter) for driving RIP motors.

[0002]

[Prior Art] A conventional RIP motor cooling system is illustrated by Fig. 4, Fig. 7 and Fig. 8.

[0003] Fig. 4 is a schematic diagram of the conventional RIP motor cooling system, Fig. 7 is a schematic diagram in a reactor containment 1 provided with the conventional RIP motor cooling system, and Fig. 8 is a schematic plane diagram of a lower dry well space of the reactor containment 1 provided with the conventional RIP motor cooling system.

[0004] As shown in Fig. 7, the RIP motor cooling system is constituted by RIP 2 and same number of heat exchangers for cooling motors in RIP, primary cooling water pipes 5a, 5b connecting RIPs 2 and heat exchangers 4, and secondary cooling water pipes 6a, 6b in which a secondary cooling water given by



cooling the primary cooling water flowing in the pipes in the heat exchangers 4 flows.

[0005] In the conventional system, as shown in Fig. 8, 10 RIPs 2 and 10 heat exchangers 4 are adopted, one heat exchanger 4 is connected to one RIP 2 so that the primary cooling water is circulated by the primary cooling water pipes 5a, 5b, the secondary cooling water is supplied/discharged to the heat exchanger 4 by the secondary cooling water pipes 6a, 6b, and the primary cooling water and the secondary cooling water are heat exchanged in the heat exchanger 4.

[0006] Then, all these machines are compactly arranged in a relatively narrow lower dry well 8 space.

[0007] Moreover, the RIP 2 and the heat exchanger 4 are closely installed, therefore the RIPs 2 displace and generate a stress in the primary cooling water pipes 5 due to the deformation of a reactor pressure vessel 13 caused by heat and internal pressure.

[0008] In the prior art, as shown in Fig. 8, many bending parts are arranged in the primary cooling water pipes 5a, 5b combining the RIPs 2 and the heat exchangers 4 and lengthily lead about the pipes to relax this stress.

[0009] As shown in Fig. 4, the primary cooling water is forcedly circulated between the RIP 2 and the heat exchanger 4

via the primary cooling water pipes 5a, 5b in synchronism with the operation of RIP 2 by an accessory impeller 10 built in RIP 2 before, the accessory impeller 10 also stops at the stop of RIP 2, therefore the forced circulation is not actively accomplished.

[0010]

[Problems to Be Solved by the Invention] In the above prior art, 10 RIPs and the same number of heat exchangers 4 and the pipes 5a, 5b, 6a, 6b connecting the RIPs 2 and the heat exchangers 4 are compactly provided in the narrow lower dry well 8 space, thus the inspection and handling work space of the lower dry well 8 space are narrowed.

[0011] Therefore, it is desired that the work efficiency is enhanced and the number of inspection days is decreased by an increase of work space in the lower dry well 8 space.

[0012] In the prior RIPs 2, the accessory impellers 10 stop and the circulation of the primary cooling water stops with/3 the stop of power supply of RIPs because the primary cooling water is circulated by the accessory impellers 10 built in RIPs.

[0013] As a result, there are possibilities of lowering the cooling performance of RIP motors and causing thermal damages in a secondary seal part and winding wire part of motors in RIPs 2,

thus the guarantee of cooling performance at the stop of RIPS becomes a problem.

[0014] Because a sudden reduction of flow rate in reactor at the stop of RIPS 2 causes damages to machines in the reactor pressure containment, the impellers 12 of RIPS 2 must be continuously rotate by an inertia force of shaft of RIPS 2 in several seconds after the stop of RIP power supply.

[0015] However, the accessory impellers 10 become a resistance of the shafts of RIPS 2 and the inertia of the shafts of RIPS 2 is reduced, therefore the stop of accessory impellers 10 of RIPS 2 is considered to accelerate at the stop of RIP power supply.

[0016] Moreover, the existence of said accessory impellers 10 built in the RIPS 2 is considered to make the RIPS 2 heavy, thick, large and lower their vibration-proof performance, thus the lightening and compaction of RIPS 2 are desired.

[0017] Accordingly, the first object of the present invention consists in aiming at the enlargement of the work space in the lower dry well in a reactor containment, and the second object of the present invention consists in suppressing the lowering of cooling performance of RIP motors at the stop of RIP power supply and the reduction of an inertial driving force.

[0018]

[Means for Solving the Problems] The first means for achieving the first object of the present invention is a cooling system for internal pump motors of reactor which connects heat exchangers and internal pumps storing electric motors for pump driving so that a cooling water cooled by said heat exchanges can come and go through them to cool said motors with said cooling water and is characterized by connecting multiple said internal pumps to one said heat exchanger so that said cooling water can come and go and gives, and the cooling system gives such effects that the work space in the lower dry well is enlarged and operations of said internal pumps such as inspection, etc. are performed with good efficiency.

[0019] Similarly, the second means is a cooling system for internal pump motors of reactor which connects a heat exchanger and multiple internal pumps storing motors for pump driving so that a cooling water cooled by said heat exchanger can come and go to cool said electric motor with said cooling water and is characterized by arranging said heat exchanger in an upper dry well of a reactor containment, and the cooling system gives such effects that a need to provide heat exchangers in the lower dry well space is eliminated and the work space in the lower dry well is enlarged by that portion because the heat exchanger

cools the RIP motors in the internal pumps in the upper dry well by removing heat from the internal pumps in the lower dry well, a stress generated by the displacement of internal pumps can be reduced and the means connecting the internal pumps and the heat exchangers can be provided at a linearly shortest distance by separating the internal pumps and the heat exchanger more than before, thus the work space in the lower dry well is increased more sharply and operations of said internal pumps such as inspection, etc. are performed with even better efficiency.

[0020] The third means for achieving the second object of the present invention is a cooling system for internal pump motors of reactor which connects a heat exchanger and multiple internal pumps storing motors so that a cooling water cooled by said heat exchanger can come and go through them to cool said motors with said cooling water and is characterized by carrying out said connection via a driving pump independent of said internal pumps for circulating the cooling water between said heat exchanger and said internal pumps, and, the cooling system gives such effects that the inertial driving force of said internal pumps are not subjected to a loss by the resistance of accessory impellers in cooling waters even if an internal pump loses the driving force for any reason because the driving pump circulates the cooling water between the heat exchanger and the

internal pumps, the reduction of cooling capacity is suppressed and an adoption of said accessory impellers for driving the cooling water interlocking with the rotating shafts of RIP motors is not needed, and all the internal pumps are made to light-weight and compact because the reduction of inertial driving force of said internal pumps is hard to occur and the adoption of accessory impellers is needed.

[0021] The fourth means for achieving the first object of the present invention is a cooling system for internal pump motors of reactor which is characterized by arranging said heat exchanger in the upper dry well of the reactor containment in the first means, in addition to working effects based on the first means and the second means, it gives such effects that the work space in the lower dry well can be further enlarged because the heat exchanger does not exist in the lower dry well, a stress generated by the displacement of internal pumps can be reduced and the means connecting the internal pumps and the heat exchanger can be provided at a linearly shortest distance by separating the internal pumps and the heat exchanger more than before, thus the work space in the lower dry well is increased more sharply and operations of said internal pumps such as inspection, etc. are performed with even better efficiency.

[0022] The fifth means for simultaneously achieving the first object and the second object of the present invention is a cooling system for internal pump motors of reactor which is characterized by arranging said heat exchanger in the upper dry well of the reactor containment, carrying said connection via the driving pump independent of said internal pumps for circulating the cooling water between said heat exchanger and said internal pumps in the first means, and it gives such effects that the work space in the lower dry wells can be similarly enlarged and the working efficiency can be enhanced as the fourth means because the number of heat exchangers is smaller than the number of internal pumps; the reduction /4 of the inertial driving force and cooling performance when an internal pump loses the driving power supply is hard to occur, the internal pumps become a light-weight and compact specification favorable to vibration resistance by that portion of not adopting the accessory impellers because the cooling water can be circulated between the heat exchanger and the internal pumps by the driving pump independently of the motion of internal pumps and without adopting the accessory impellers in the internal pumps. The sixth means for simultaneously achieving the first object and the second object of the present invention is a cooling system for internal pump motors of



reactor, which is characterized by arranging said heat exchangers in the upper dry well of the reactor containment, carrying out said connection via a driving pump independent of said internal pumps for circulating the cooling water between said heat exchanger and said internal pumps and making the number of said heat exchangers and internal pumps to a number same as the number of power supply systems or the number of reactor accessory cooling systems in the first means; the work space in the lower dry well can be similarly enlarged as the fifth means; moreover, the reduction of inertial driving force of said internal pumps and the cooling performance are hard to occur, the internal pumps are also becomes a light-weight, compact and favorable to vibration resistance by not adopting the accessory impellers; furthermore, the selective use of the heat exchangers can be easily carried out in conformity with the operation of internal pump for each power supply system of the cooling system of rational RIP motors can be constituted in conformity with the number of reactor accessory cooling systems.

[0023]

[Embodiments of the Invention] Actual examples of the present invention are illustrated based on drawings.

[0024] Actual Example 1 is illustrated based on Fig. 1, Fig. 2 and Fig. 3.

[0025] Fig. 1 is the schematic diagram of a reactor containment 1 provided with the RIP motor cooling system of the present invention.

[0026] A pedestal 21 loaded with a reactor pressure vessel 13 at the center is equipped in the reactor containment 1, and a space in the pedestal 21 located below the reactor pressure vessel 13 is a place called lower dry well 8, a region enclosed by a diaphragm floor 22, the pedestal and the sidewall of the reactor containment 1 is a pressure suppression chamber 23, and other remained space in the reactor containment 1, roughly a space above the diaphragm floor 22 is a space called an upper dry well 9.

[0027] Thus, the inside of reactor containment 1 is divided into the lower dry well 8 and the upper dry well 9, and the reactor pressure vessel 13 is equipped at the center in the reactor containment 1.

[0028] 10 RIPs 2 are equipped at the bottom of the reactor pressure vessel 13 by dispersing them circumferentially at a spacing of equal angle as shown in Fig. 2, and play a role of allowing a cooling water in the reactor pressure vessel 13 to pass and circulate through a reactor core in the reactor pressure vessel 13.

[0029] Like Fig. 1, Fig. 2, an RIP motor cooling system is equipped with 10 RIPs 2 arranged circumferentially in the lower part of the reactor pressure vessel 13.

[0030] One heat exchanger 4 is connected to each RIP 2 of these 10 RIPs via primary cooling water pipes 5a, 5b.

[0031] One specific example of the connection is shown in Fig. 2, if so, the primary cooling water pipe 5a is constructed by a mother pipe 24a whose one end is connected to the shell side of said heat exchanger 4 and other end is connected to a head pipe 25a and branch pipes 28a branched from the head pipe 25a and connected to RIP 2, valves 16a are equipped in the branch pipes 28a and a pump 7 and a valve 26a are equipped in the mother pipe 24a. The other primary cooling water pipe 5b is constructed by a mother pipe 24b whose one end is connected to the shell side of said heat exchanger 4 and other end is connected to a head pipe 25b and branch pipes 28b branched from the head pipe 25b and connected to RIPs 2, valves 16b are equipped in the branch pipes 28b and a valve 26b is equipped in the mother pipe 24b.

[0032] Since the system has such a piping route, the primary cooling water cooled by heat exchange with a secondary cooling water as before in the heat exchanger 4 is delivered from the mother pipe 24a to the heat pipe 25a, distributed to

each branch pipe 28a and supplied into the RIPS 2, cools machines such as motors in the RIPS 2 and is sent out in the branch pipes 28b, streams from the branch pipes 28b are joined with 25b and returned into the shell side of the heat exchanger 4 via the mother pipe 24b, heat exchanged with the secondary cooling water again, cooled and circulated between the heat exchanger and RIPS 2 by the pump 7.

[0033] A reactor accessory cooling system (simply called RCW hereafter) is connected to secondary cooling water pipes 6a, 6b, and the cooling water cooled from RCW is received in the secondary cooling water pipes 6a, 6b.

[0034] The secondary cooling water is allowed to pass from secondary cooling water pipes 6a into heat-transfer tubes and discharged to the secondary cooling water pipe 6b, and it flows in contact with the outer surface of the heat-transfer tubes in the heat exchanger 4 to perform heat exchange with the first cooling water on the way, consequently, the cooled primary cooling water is sent out from the heat exchanger 4 to the primary cooling water pipe 5a by the pump 7, supplied into the RIPS 2, the primary cooling water which cools the motors, etc. in the RIPS 2 to become high temperature is delivered to the primary cooling water pipe 5b and into the heat exchanger 4 again and cooled, on the other hand, the secondary cooling water

receives heat from the primary cooling water, becomes high temperature and is returned to RCW via the secondary cooling water pipes 6b.

[0035] The pump 7 is independent of the RIPS 2 and is equipped with an independent power source and control means as a drivable constitution.

[0036] Here, the heat exchangers 4 and the pumps 7 are provided in the upper dry well 9 to ensure the work space of the lower dry well 8.

[0037] In this actual example, as shown in Fig. 2, one heat exchanger 4 having a capacity for cooling 10 RIP motors is installed for 10 RIPS 2, and the primary cooling water is cooled by the secondary cooling water in the heat exchanger 4.

[0038] The primary cooling water is forcedly circulated /5 between the heat exchanger 4 and the 10 RIPS 2 by the pump 7.

[0039] As shown in Fig. 1, the primary cooling water pipes 5a, 5b forming the circulation route are constructed by piping a part thereof through the pedestal 21.

[0040] A schematic view of plane of the lower dry well 8 space of the reactor containment installed with the RIP cooling system of this actual example is shown in Fig. 3.

[0041] RIPS 2 are installed in the lower dry well 8 and the heat exchanger 4 is installed in the upper dry well 9 by

separating them, respectively, therefore the piping lengths of the primary cooling water pipes 5a, 5b becomes longer than before, and a stress generated in the primary cooling water pipes 5a, 5b due to the displacement of RIPS 2 is small by that portion.

[0042] Consequently, as shown in Fig. 3, the primary cooling water pipes 5a, 5b are constructed by a straight-line route free of bendings without adopting a way of escaping the stress by bending the pipes, thus they can be connected at the shortest distance as compared with the bending construction.

[0043] In this actual example, since the heat exchanger 4 and the RIPS 2 are separated at a longer distance than before, the piping distance of the primary cooling water pipes 5a, 5b prolongs, an increase of pressure loss can be suppressed by decreasing the number of bending parts with a large pressure loss, and the inside of the lower dry well 8 is further simplified by linearly arranging the primary cooling water pipes 5a, 5b.

[0044] The flow distribution of the primary cooling water sent to the RIPS 2, therefore it is desired that vessels are installed in the branch part 14 and the junction part 15 of the primary cooling water pipes 5 to homogenize the differential pressure of the respective primary cooling water pipes 5.

[0045] It is also possible to regulate the flow rate for circulating a desired quantity of the primary cooling water in RIP 2 by the flow regulation with the valves 16a, 16b.

[0046] Then, in the maintenance and inspection of RIPs 2, an RIP 2 equivalent to a target maintenance and inspection is stopped, valves 16a, 16b on the primary cooling water pipes connected to said equivalent RIP 2 are closed, and other RIPs 2 can be continuously operated.

[0047] Moreover, an emergency or preliminary heat exchanger 17 and a pump 18 are connected by pipes like dotted lines of Fig. 2, and valves 27a, 27b which are closed except in the maintenance and inspection of the heat exchanger 4 are installed in the pipes.

[0048] In this manner, the pump 7 is stopped in the maintenance and inspection of the heat exchanger 4, valves 26 closest to the heat exchanger 4 are shut down on the primary cooling water pipes to stop said heat exchanger 4, the pump 18 is started and the valves 27a, 27b are opened so that the primary cooling water can circulate through the preliminary heat exchanger 17 and the RIPs 2, and the running of RIPs 2 can be continued while cooling the RIP motors by the heat exchanger 17.

[0049] As described above, if 10 heat exchangers 4 in the lower dry well 8 are intensified into a large one and installed



in the upper dry well as well as the primary cooling water pipes 5a, 5b are linearly installed and simplified, the work space in the lower dry well 8 can be sharply increased as shown in Fig. 1 and Fig. 3.

[0050] Consequently, the work efficiency of maintenance and inspection, etc. of RIPS 2 can be enhanced, the number of days for inspection of RIPS 2 can be shortened and the handling of RIPS 2 can be facilitated.

[0051] The installation space of the RIP motor cooling system in the upper dry well 9 space can be suppressed by decreasing the number of heat exchangers.

[0052] Fig. 4 is a schematic diagram of the conventional RIP motor cooling system, as shown in Fig. 4, the primary cooling water is forcedly circulated by the accessory impellers 10 in the prior RIPS 2.

[0053] This enables to remove the accessory impellers 10 because the primary cooling water is forcedly circulated by the pump 7 installed in the upper dry well 9 as shown in Fig. 1 in this actual example.

[0054] Consequently, the primary cooling water is forcedly circulated by the pump 7 installed in the upper dry well 9 without affecting the RIP operating state.

[0055] Moreover, the shaft length (up-down direction) of RIPS 2 can be shortened because the accessory impellers 10 are unnecessary. This also enables to increase the work space in the lower dry well 8.

[0056] Therefore, the cooling performance of RIP motors 3 is also ensured by circulating the primary cooling water between the heat exchanger 4 and the RIPS 2 via the primary cooling water pipes 5a, 5b by the pump 7 after the stop of RIPS 2.

[0057] As a result of removing the accessory impellers 10, the resistance of the accessory impellers 10 built in the RIPS rotating the motors 3 in the RIPS as power is reduced, the load of RIP motors 3 is slightly lowered, and the rotational duration due to the inertia of the impellers 12 and the shaft 11 of RIPS after the stop of RIPS increases.

[0058] Moreover, as a result of eliminating the accessory impellers 10, the vibration resistance is enhanced due to the reduction of weight of the RIP 2 body, the RIP 2 body is compacted and simplified, and the inspecting property, the manufacturing property of RIP 2 are enhanced.

[0059] Next, another actual example of the present invention is illustrated by Fig. 5.

[0060] Fig. 5 is a system diagram of the RIP motor cooling system based on another actual example of the present invention.

This system is constituted by 10 RIPS 2 installed in a lower dry well 8, one heat exchanger 4 installed in an upper dry well 9 or the lower dry well 8 and 10 pumps 30 for circulating a primary cooling water between the heat exchanger 4 by means of primary cooling water pipes 5a, 5b.

[0061] The primary cooling water pipes 5a, 5b are same as the above actual example, the primary cooling water pipe 5a is constructed by a mother pipe 24a whose one end is connected to the shell side of said heat exchanger 4 and other end is/6 connected to a head pipe 25a, and branch pipes 28a divided from the head pipe 25a and connected to the RIPS 2. Another primary cooling water pipe 5b is constructed by a mother pipe 24b whose one end is connected to the shell side of said heat exchanger 4 and other end is connected to a head pipe 25b, and branch pipes 28b divided from the head pipe 25b and connected to the RIPS 2.

[0062] Since the system has such a piping route, the primary cooling water cooled by heat exchange with a secondary cooling water as before in the heat exchanger 4 is delivered from the mother pipe 24a to the heat pipe 25a by a force of pumps 30, distributed to each branch pipe 28a and supplied into the RIPS 2, cools machines such as motors in the RIPS 2 and is delivered to the branch pipes 28b, streams from each branch pipe 28b joined merged in the head pipe 25b and returned into the

shell side of the heat exchanger 4 via the mother pipe 24b, heat exchanged with the secondary cooling water, cooled and circulated between heat exchanger 4 and the RIPS 2 by a force of pumps 30 again.

[0063] A reactor accessory cooling system (simply called RCW hereafter) is connected to secondary cooling water pipes 6a, 6b, and the cooling water cooled from RCW is received in the secondary cooling water pipes 6a, 6b.

[0064] The secondary cooling water is allowed to pass from the secondary cooling water pipes 6a into heat-transfer tubes and discharged to the secondary cooling water pipe 6b, and it flows in contact with the outer surface of the heat-transfer tubes in the heat exchanger 4 to perform heat exchange with the first cooling water on the way, consequently, the cooled primary cooling water is delivered from the heat exchanger 4 to the primary cooling water pipe 5a by a pump 7, supplied into the RIPS 2, the primary cooling water which cools the motors, etc. in the RIPS 2 to become high temperature is sent out to the primary cooling water pipe 5b and into the heat exchanger 4 and cooled again, on the other hand, the secondary cooling water receives heat from the primary cooling water, becomes high temperature and is returned to RCW via the secondary cooling water pipe 6b.

[0065] The pumps 30 are equipped with an independent power supply and a control means as a construction which can be driven independently of the RIPS 2.

[0066] Here, it is preferable that the heat exchanger 4 and the pumps 30 are installed in the upper dry well 9 to ensure a work space of the lower dry well 8.

[0067] In this actual example, as shown in Fig. 5, one heat exchanger 4 capable of cooling 10 RIPS motors is installed for 10 RIPS 2, and the primary cooling water is cooled by the secondary cooling water in the heat exchanger 4.

[0068] The primary cooling water is forcedly circulated between the heat exchanger 4 and the 10 RIPS 2 by the pumps 30.

[0069] As shown in Fig. 1, the primary cooling water pipes 5a, 5b forming the circulation route are constructed by piping a part thereof to pass into the pedestal 21.

[0070] In this actual example, the flow distribution of the primary cooling water sent to each RIP 2 are uniformized by regulating the discharge flow rate of the pumps 30 by installing a pump 30 for each branch pipe 28a on the side of the primary cooling water piping 5a so as to become one to one correspondence.

[0071] Still another actual example of the present invention is illustrated by Fig. 6.

[0072] Fig. 6 is a schematic diagram of plane of a lower dry well 8 space of a reactor containment installed with the RIP cooling system of the present invention.

[0073] If one heat exchanger 4 is installed by connecting it to two RIPs 2 by primary cooling water pipes 5a, 5b like Fig. 6, a space given by taking away one heat exchanger 4 becomes a work space for maintenance and inspection in a proportion of one for two.

[0074] Of course, it is also possible to install heat exchangers and pumps by variously combining 2, 3, 4, 5 - 9 heat exchangers 4 and pumps 7 for 10 RIPs 2, and work spaces in the upper dry well 9 and the lower dry well 8 can be ensured by decreasing the number of heat exchangers 4 to a number smaller than that of RIPs 2.

[0075] Particularly, if the system is constructed by two or half the number of RIPs 2 (5) of heat exchangers 4 and pumps 7, the asymmetry is eliminated and the distribution of flowing allotment of the primary cooling water is easily carried out.

[0076] Moreover, if the installation numbers of heat exchangers 4 and pumps 7 are made to 2 - 4, respectively, the heat exchangers 4 in conformity to RIP operation can be utilized because the power supply of RIPs 2 is installed by dividing it into 2 systems - 4 systems.

[0077] RCW connected to the secondary cooling water pipes have 2 systems before, if the heat exchangers and pumps are made to 2 systems, a cooling system in conformity the number of RCW can be constituted.

[0078] Thus, according to the actual examples of the present invention, as compared with the conventional example, the inspection operation can be performed with good efficiency by decreasing the number of heat exchangers 4 and increasing the work space in the lower dry well 8 in their room.

[0079] Furthermore, since the heat exchangers 4 are installed in the upper dry well 9 apart from the RIPs 2, the inspection work space in the lower dry well 8 increases and the efficiency of inspection work rises by the portion of eliminating heat exchangers 4 from the lower dry well 8, and the spacing between said heat exchanger and RIP 2 is widened to relax the occurrence of stress onto the primary cooling water caused by the displacement of RIPs 2, the need to adopt bending parts in many places in the primary cooling water pipes 5a, 5b to relax the stress is eliminated and the primary cooling water pipes 5a, 5b become a straight-line arrangement, an area needed for construction is smaller than in case of constructing the pipes by bending the pipes, thus the work space in the lower dry well 8 increases.



[0080] Still more, if the primary cooling water pipes 5a, 5b become a straight-line arrangement, the pressure loss of the primary cooling water also lowers and a burden of the pumps 7, 30 for driving the primary cooling water also reduces.

[0081] In the actual examples, since the driving of the primary cooling water is carried out by the pumps 7, 30 /7 independent of the RIPs 2, the motors for driving of RIPs 2, etc. can be cooled by continuously driving the primary cooling water even if the RIPs 2 are stopped, thus they are safe.

[0082] Since the driving function of the primary cooling water is not held without requiring accessory impellers in the RIPs 2, an energy portion consumed for the function can be added to the inertial driving energy of RIPs 2, the circulation quantity and the circulatable time of reactor water in the reactor pressure vessel of RIPs 2 caused by the inertia force can be increased, thus the safety of machines in the reactor pressure vessel can be surely guaranteed.

[0083] Since the accessory impellers are not needed in the RIPs 2, RIPs 2 become small and light-weight, and this makes contributions to an enhancement of vibration resistance and an increase of work space in the lower dry well 8.

[0084]

[Effects of the Invention] The invention of Claim 1 gives such effects that the number of heat exchangers is decreased, the work space in the lower dry well 8 is enlarged by that portion and operations such as inspection of internal pumps, etc. can be performed with good efficiency because the motors of internal pumps can be cooled by a smaller number of heat exchangers than the number of internal pumps.

[0085] The invention of Claim 2 gives such effects that the need to install the heat exchangers in the lower dry well space, the work space is enlarged in the lower dry well by that portion, the times of bending between the internal pumps and the heat exchangers can be made smaller than before to arrange a flow path of the primary cooling water, the work space in the lower dry well space is more sharply increased, thus operations such as inspection, etc. can be performed with even better efficiency.

[0086] The invention of Claim 3 gives such effects that the inertial driving force of the internal pumps are not subjected to a loss by the resistance of accessory impellers in the cooling water and a reduction of inertial driving force of the internal pumps is hard to occur even if an internal pump loses the driving power by any reason because other pumps circulate

the cooling water between the heat exchangers and the internal pumps and the adoption of accessory impellers for driving the cooling water interlocking with the rotating shafts of the RIP motors, and all the internal pumps become light-weight and compact and are favorable to the vibration resistance because the adoption of accessory impellers is not needed.

[0087] In addition to the effects based on the invention of Claim 1, the invention of Claim 4 gives such effects that the stress generated due to the displacement of the internal pumps is small, many bendings of the path of cooling water connecting between the heat exchangers and the internal pumps are not needed, the work space of the lower dry well space is more sharply increased, and operations such as inspection, etc. of internal pumps, etc. can be performed with good efficiency because the heat exchangers do not exist in the lower dry well 8 and the internal pumps and the heat exchangers are separated further than before.

[0088] In addition to the effects based on the invention of Claim 1, the invention of Claim 5 gives such effects that the work space in the lower dry well can be enlarged and the work efficiency can be enhanced because the number of heat exchangers is smaller than the number of internal pumps and heat exchangers exist outside the lower dry well; the reduction of the inertial

driving force and cooling performance when an internal pump loses the driving power supply is hard to occur and the internal pumps are also made to a light-weight and compact specification favorable to the vibration resistance by that portion of not adopting the accessory impellers because the cooling water can be circulated between the heat exchangers and the internal pumps independently of the motion of internal pumps due to the pumps and without adopting the accessory impellers.

[0089] In addition to the effects based on the invention of Claim 1, the invention of Claim 6 gives such effects that the work space in the lower dry well can be enlarged; moreover, the reduction of the inertial driving force and cooling performance of the internal pumps is hard to occur, the internal pumps are also made to a light-weight and compact specification favorable to the vibration resistance by that portion of not adopting the accessory impellers; furthermore, the selective use of the heat exchangers can be easily made in conformity to running of an internal pump for each power supply system, and a rational cooling system of RIP motors can be constituted in conformity to the number of systems of the reactor accessory cooling system.

[Detailed Description of the Invention]

[Fig. 1] A schematic vertical sectional view of a reactor containment installed with an RIP motor cooling system based on one actual example of the present invention.

[Fig. 2] A system diagram of the RIP motor cooling system of Fig. 1.

[Fig. 3] A plan layout of primary cooling water pipes in the lower dry well of Fig. 1.

[Fig. 4] A vertical sectional view of prior RIP motor cooling system.

[Fig. 5] A system diagram of an RIP motor cooling system in another actual example of the present invention.

[Fig. 6] A plan layout in the lower dry well of an RIP motor cooling system in still another actual example of the present invention.

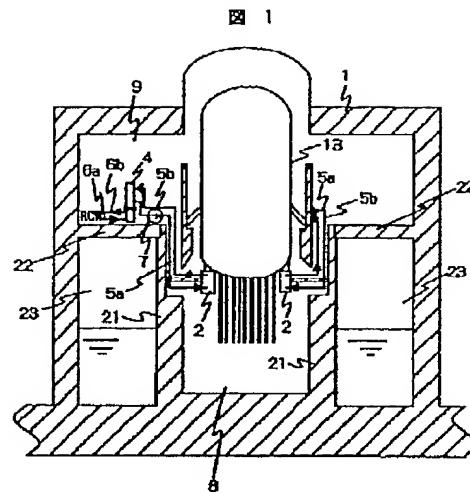
[Fig. 7] A schematic vertical sectional view of a reactor containment installed with the prior RIP motor cooling system.

[Fig. 8] A plan layout in the lower dry well of an RIP motor cooling system shown in Fig. 7.

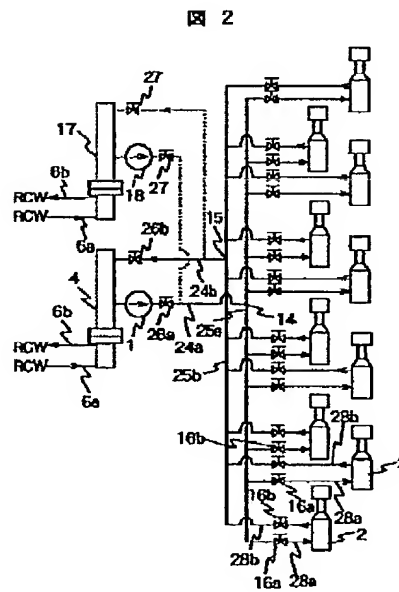
[Description of the Symbols]

1	...	nuclear reactor containment
2	...	RIP
3	...	electric motor
4	...	heat exchanger
5a, 5b	...	primary cooling water pipes
6a, 6b	...	secondary cooling water pipes
7, 30	...	pumps
8	...	lower dry well
9	...	upper dry well
10	...	accessory impeller
11	...	shaft
12	...	impeller
13	...	reactor pressure vessel
14	...	branch part
15	...	junction part
16a, 16b	...	valves

[Fig. 1]

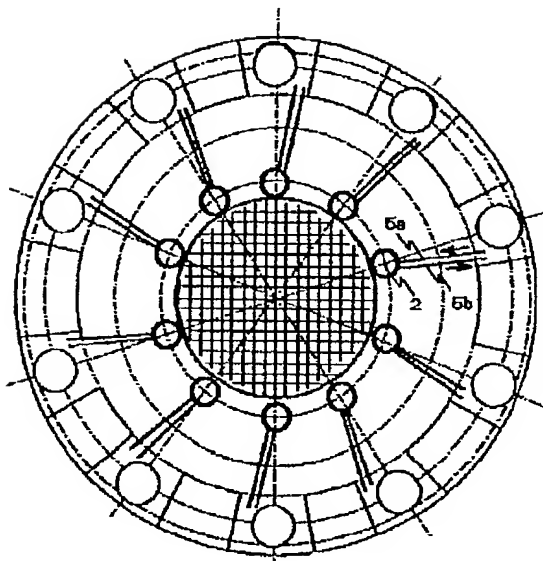


[Fig. 2]



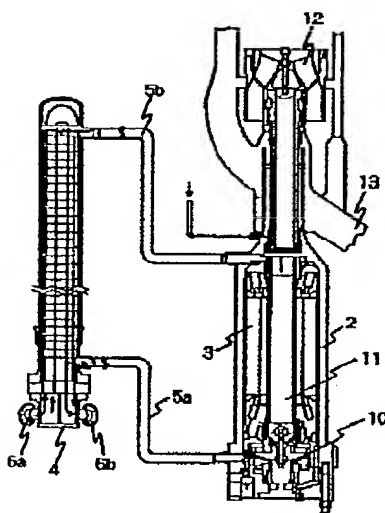
[Fig. 3]

图 3



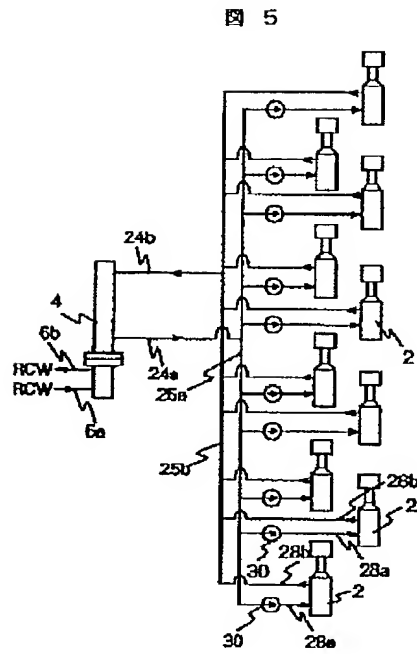
[Fig. 4]

图 4

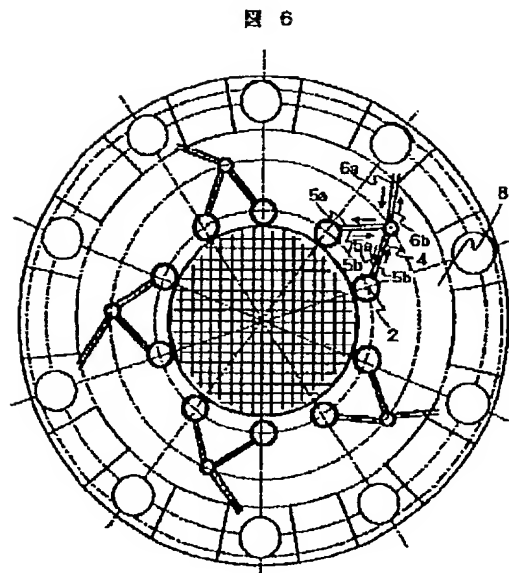




[Fig. 5]

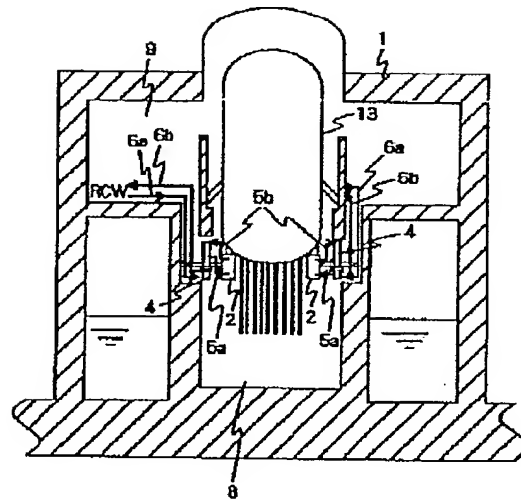


[Fig. 6]



[Fig. 7]

图 7



[Fig. 8]

图 8

